

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В БЕЛАРУСИ ШТАММОВ *GANODERMA LUCIDUM*

Бабицкая В.Г.¹, Щерба В.В.¹, Пучкова Т.А.¹, Бисько Н.А.², Смирнов Д.А.¹

1 – Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск

2 – Институт ботаники НАН Украины, Киев

Высшие базидиальные грибы являются не только вкусным и полезным продуктом питания. В них содержатся различные антибиотики, гормональные и ростовые вещества, а также ряд важных для жизнедеятельности организма человека соединений. Поэтому в последние годы внимание ученых всего мира направлено на изучение возможности использования грибов в качестве источника биологически активных и лечебных веществ.

Особое место в царстве грибов занимают грибы с выдающимися целебными свойствами. Пальму первенства разделяют дальневосточные — шиитакэ, майтаке и рейши.

Рейши — трутовик лакированный (*Ganoderma lucidum*) растет преимущественно в теплых регионах. Встречается он и в Беларуси. Представляло интерес выделить и отобрать активные продуценты полисахаридов среди местных грибов р. *Ganoderma*, провести сравнительное изучение их физиолого-биохимических особенностей. В качестве контроля использовался штамм 362 (КНДР).

Плодовые тела гриба собраны в 11 районах Минской, Могилевской и Витебской областей Беларуси. Выделенные из плодовых тел изоляты на агаризованном сусле давали радиальные колонии с плотным сильно переплетенным вначале белым, а затем желтовато-золотистым со светло-коричневыми включениями мицелием. Края колоний приподнятые, с высоким густым мицелием. На реверзуме наблюдается зональность с темными (черно-коричневыми) и светлыми зонами. Полное зарастание чашек Петри наблюдается к 7 сут. Генеративные гифы септированные, разветвленные, тонкостенные или с утолщенными клеточными стенками, бесцветные, изредка буроватые. При дифференциации гиф образуются различные, характерные для высших базидиомицетов структуры (пряжки).

При глубинном культивировании на пивном сусле и глюкозо-пептонной среде выход биомассы отобранных штаммов достигал 9,5–11,7 г/л, эндополисахариды составляли 7,5 и 8,0%, экзополисахариды — 6,5–7,0 г/л. Оказалось, что белорусские штаммы синтезируют значительно больше экзополисахаридов. Содержание белка в их биомассе составило 21,0–23,0%, липидов — 7,3–9,5%, фенольные соединения достигали 870 мг%. Аналогичные показатели в биомассе штамма 362: 22,5%, 9,0%, 730 мг%. По аминокислотному составу местные изоляты практически не отличались от известной культуры. Не отмечено су-

щественных различий и в жирно-кислотном составе липидов. Сумма ненасыщенных жирных кислот в отобранных двух штаммах составила 73,8–76,2% (в штамме 362 – 76,0%), содержание кислоты C18:2 – 65,6 и 67,3% против 65,0% в контрольном варианте. Степень ненасыщенности липидов – 2,8–3,2 (контроль – 3,2). Экстракты обоих штаммов обладают высокой антиоксидантной активностью.

Для сравнения отобранных штаммов изучалась их лигнолитическая активность. Исследования выявили наибольшую ферментативную активность у местных штаммов. Динамика биосинтеза ими лигниназ носила ярко выраженный двухфазный характер с максимумами на 5–6 и 12 сут. Несколько иная картина наблюдалась у *G. lucidum* 362: лигнолитическая активность достигала максимума на 4 сут., затем резко снижалась.

Из 13 источников углерода (моно-, ди- и полисахариды) лучшими для роста и образования полисахаридов белорусскими штаммами оказалась глюкоза (7,3–8,0%), хотя грибы активно росли и синтезировали до 6,8–7,2% полисахаридов на мальтозе. Оптимальная концентрация глюкозы – 3%. Из исследованных источников азота лучшими для образования полисахаридов оказались пептон и сульфат аммония, наибольший выход эндополисахаридов отмечен при соотношении C:N, близком к 20, экзополисахаридов – к 25 (для контрольного штамма эти показатели – 17 и 25).

Оптимальной для роста и образования эндополисахаридов двумя отобранными штаммами *G. lucidum* оказалась температура 23–25°C, синтез экзополисахаридов происходил в более широком диапазоне температур (20–27°C). При культивировании грибов в условиях глубоинной ферментации рост, морфология клеток, поступление питательных веществ и биосинтез метаболитов зависели от насыщенности питательной среды кислородом. Максимальный выход биомассы обоих штаммов наблюдался при высокой аэрации (0,3–0,6 г O₂ /л·ч), синтез же эндо- и экзополисахаридов – при более низкой (0,2–0,3 и 0,16–0,20 г O₂ /л·ч, соответственно).

Грибы росли в широком диапазоне начальных значений pH среды, от 3,0 до 7,5. Наибольший выход биомассы наблюдался при исходном pH 6,0–7,0. Снижение pH от 6,0 до 3,0 приводило к более активному образованию как эндо-, так и экзополисахаридов.

Оптимизация питательных сред и условий культивирования позволили повысить синтез отобранными грибами экзополисахаридов на 36,7–57,4%, эндополисахаридов – на 31,0–39,7%. Сравнительный анализ полученных результатов с контрольным штаммом и результатами других исследователей показал, что белорусские культуры по важнейшим показателям сопоставимы с зарубежными аналогами или даже превосходят их.

Таблица. Продуктивность процесса роста грибов р. *Ganoderma*

Параметры	<i>G. lucidum</i> 8	<i>G. lucidum</i> 10	<i>G. lucidum</i> 362	<i>G. lucidum</i> *
Средняя скорость роста, г/л сут	1,8	1,9	1,7	1,6
Выход биомассы, г/г источника углерода	0,66	0,68	0,51	0,39
Выход экзополисахаридов, г/л	8,5	9,3	6,2	0,53
П биосинтеза экзополисахаридов, мг/л сут	1214,0	1328,0	885,7	48,0
Выход эндополисахаридов, г/л	1,28	1,30	1,35	1,43
П биосинтеза эндополисахаридов, мг/л сут	182,9	185,7	185,7	142,0
Выход эндополисахаридов, мг/100 мг сухой биомассы	10,2	10,0	12,5	12,3

* TANG Y.J., ZHONG J.J. // ENZYME AND MICROBIAL TECHNOLOGY. – 2002. – VOL. 31. – P. 20-28.

Выделенные новые штаммы обладают гепатопротекторной и иммунотропной активностями. Иммуностимулирующий эффект их несколько выше контрольного штамма: фагоцитарная активность перитонеальных макрофагов – 48,7%, активность классического пути системы комплемента сыворотки крови – 45,2 усл. ед., аналогичные показатели у штамма 362 – 39,3% и 42,8 усл. ед.